

# TEKINFO

JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INFORMASI

## **Efisiensi Material Handling (Forklift) Guna Meminimasi Biaya Sewa Menggunakan Simulasi**

Yuli Dwi Astanti, Puryani dan Vertha Fuji Rizky

## **Perancangan Sistem Pendukung Keputusan untuk Pemilihan Pemasok Nata de Coco dengan Metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)**

Dian Eko Hari Purnomo

## **Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma dan Seven Tools serta Kaizen Sebagai Upaya Mengurangi Produk Cacat pada PT. Mitra Rekatama Mandiri**

Petrus Wisnubroto dan Marcelino Yogi

## **Analisis pengangkatan beban air galon dengan pendekatan fisiologi dan biomekanika**

Frisma Novarianto dan Erni Suparti

## **Perancangan Alat Pemotong Tahu dan Rekayasa Pemanfaatan Limbah Cair untuk Meningkatkan Produktivitas Industri Tahu**

Yari Mukti Wibowo, Rosleini Ria Putri Zendrato dan Bagus Ismail Adhi Wicaksana

## **Pemanfaatan QR-Code sebagai virtual guide di Museum**

Anita Indrasari dan Adhie Tri Wahyudi



UNIVERSITAS

**SETIA BUDI**

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK

VOL. 5

NO. 1

NOVEMBER 2016

ISSN VERSI  
CETAK : 2303-1476

ISSN VERSI  
ONLINE : 2303-1867

Universitas Setia Budi

Jln. Letjen. Sutoyo, Mojosongo, Surakarta

Telp. 0271. 852518, Fax. 0271. 853275

[www.setiabudi.ac.id](http://www.setiabudi.ac.id)

<http://setiabudi.ac.id/tekinfo/> email: [tekinfo@setiabudi.ac.id](mailto:tekinfo@setiabudi.ac.id)

## **TEKINFO**

Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi  
Volume 5 No. 1 – November 2016

### **Dewan Redaksi TEKINFO Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi**

#### **Mitra Bestari**

Dr. Bambang Suhardi (UNS)  
Drs. Wahyu Pujiyono, M.Kom (UAD)

#### **Penanggung Jawab**

Ketua Program Studi Teknik Industri USB

#### **Ketua Redaksi**

Adhie Tri Wahyudi, ST., M.Cs.

#### **Wakil Ketua Redaksi**

Ida Giyanti, ST., MT.

#### **Editor**

Anita Indrasari, ST., M.Sc.  
Ir. Rosleini Ria PZ, MT.  
Narimo, ST., MM.  
Erni Suparti, ST., MT.

#### **Pemasaran dan Publikasi**

Bagus Ismail Adhi Wicaksana, ST., MT.

#### **Tata Usaha dan Administrasi**

Agus Tri Santoso

#### **Penerbit**

Program Studi S1 Teknik Industri  
Universitas Setia Budi Surakarta  
Telp (0271) 852518 Fax (0271) 853275  
email : [tekinfo@setiabudi.ac.id](mailto:tekinfo@setiabudi.ac.id)

#### **Alamat**

Jl. Letjen Sutoyo, Mojosongo, Surakarta - 57127

#### **Versi Online**

<http://setiabudi.ac.id/tekinfo/>

=====

Tekinfo merupakan Jurnal Ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, studi lapangan atau kajian teori di bidang Teknik Industri dan Teknologi Informasi. Terbit dua kali dalam setahun, yaitu pada bulan Mei dan November. Terbit pertama kali pada bulan November 2012.

## **Kata Pengantar**

Alhamdulillah robbil ‘alamin, puji syukur kami sampaikan kehadiran Allah SWT, karena Jurnal Tekinfo (Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi) edisi bulan November 2016 telah selesai diproduksi dan dapat publikasi sesuai dengan jadwal.

Redaksi sangat gembira karena animo para peneliti dan penulis yang sangat besar untuk mempublikasikan artikel di jurnal Tekinfo. Hal ini sangat membantu tim redaksi untuk dapat memproduksi jurnal edisi bulan November 2016 sesuai jadwal dan tepat waktu. Untuk itu, tim redaksi menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis yang memberikan kepercayaan kepada kami untuk mempublikasikan artikelnya. Terima kasih juga kami haturkan pada para reviewer yang telah membantu dengan sumbangsih masukan dan koreksi pada setiap naskah.

Dari enam (6) artikel yang diterbitkan pada edisi kali ini, tiga (3) naskah merupakan kontribusi peneliti/ dosen eksternal, yaitu dari Program Studi Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta, Program Studi Teknik Industri Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta, dan Program Studi Teknik Industri Institut Sains & Teknologi Apkrind Yogyakarta. Sementara tiga (3) naskah merupakan kontribusi dosen program studi Teknik Industri dan Analis Kimia Universitas Setia Budi.

Akhir kata, tim redaksi memberikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penerbitan jurnal Tekinfo edisi kali ini, khususnya kepada Mitra Bestari yang telah memberikan bantuan koreksi dan arahan kepada tim redaksi. Kepada para pembaca dan pemerhati jurnal Tekinfo, kritik dan saran selalu kami harapkan demi kemajuan dan penyempurnaan jurnal tercinta ini. Semoga visi terakreditasinya jurnal Tekinfo ini dapat segera kami realisasikan. Aamiin. Mohon doa restu dan dukungan.

Salam publikasi,

Tim Redaksi

## Daftar Isi

|  |    |
|--|----|
| Kata Pengantar .....   | 1  |
| Daftar Isi .....   | 2  |
| Efisiensi Material Handling ( <i>Forklift</i> ) Guna Meminimasi Biaya Sewa<br>Menggunakan Simulasi.....  | 3  |
| Perancangan Sistem Pendukung Keputusan untuk Pemilihan Pemasok Nata<br>De Coco dengan Metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal<br>Solution (TOPSIS)..... | 13 |
| Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma, Seven Tools, dan<br>Kaizen untuk Mengurangi Produk Cacat di PT. Mitra Rekatama Mandiri .....                           | 25 |
| Analisis Pengangkatan Beban Air Galon dengan Pendekatan Fisiologi dan<br>Biomekanika .....   | 42 |
| Perancangan Alat Pemotong Tahu dan Rekayasa Pemanfaatan Limbah Cair<br>untuk Meningkatkan Produktivitas Industri Tahu .....  | 52 |
| Pemanfaatan QR-Code sebagai virtual guide di Museum .....  | 58 |

# Analisis Pengangkatan Beban Air Galon dengan Pendekatan Fisiologi dan Biomekanika (Studi Kasus : Di Toko Sejahtera Surakarta)

Frisma Novariyanto<sup>1</sup>, Erni Suparti<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi S-1 Teknik Industri Universitas Setia Budi, Surakarta  
e-mail: <sup>1</sup>frismanova@gmail.com, <sup>2</sup>ernisuparti@setiabudi.ac.id

## Abstrak

Industri di Indonesia khususnya industri kecil, banyak yang masih menggunakan manusia sebagai tenaga utama untuk melakukan pekerjaan. Sebagai contoh, Toko Sejahtera yang bergerak dalam bidang pendistribusian air galon. Pekerja di toko tersebut memiliki tugas utama yaitu mengangkat galon dari lantai gudang menuju mobil *pick-up*. Proses pengangkatan ini perlu dianalisis apakah mengandung resiko cedera atau tidak. Analisis dilakukan dengan pendekatan biomekanika dan fisiologi. Analisis secara biomekanika dilakukan dengan menghitung nilai *Recommended Weight Limit* dan *Lifting Index*. Analisis secara fisiologi dilakukan dengan menghitung konsumsi energi yang dikeluarkan untuk melakukan pekerjaan pengangkatan. Hasil perhitungan diperoleh hasil bahwa nilai *Lifting Index* masing – masing pekerja lebih besar dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa pekerjaan pengangkatan galon berpotensi menimbulkan cedera tulang belakang. Namun dari hasil perhitungan konsumsi energi diperoleh hasil bahwa konsumsi energi berada pada rentang 2,5 – 5 kkal/menit. Hal ini menunjukkan beban kerja pengangkatan galon masih tergolong ringan.

**Kata kunci:** konsumsi energi, *lifting index*, *recommended weight limit*

## PENDAHULUAN

Pada dasarnya manusia hidup itu adalah untuk bekerja. Pekerjaan manusia itu bermacam-macam jenisnya ada yang ringan, sedang, bahkan berat. Berat atau ringannya suatu pekerjaan itu diukur dari kemampuan fisik manusia dalam melakukan suatu pekerjaan tertentu. Keberhasilan kerja dipengaruhi oleh salah satu faktor diantaranya adalah faktor kerja fisik (otot). Kerja fisik (beban kerja) mengakibatkan pengeluaran energi, sehingga berpengaruh pada kemampuan kerja manusia.

Untuk mengoptimalkan kemampuan kerja, perlu diperhatikan pengeluaran energi dan pemulihan energi selama proses kerja berlangsung. Faktor yang mempengaruhi besarnya pengeluaran energi selama bekerja antara lain adalah cara pelaksanaan kerja, kecepatan kerja, sikap kerja dan kondisi lingkungan kerja. Faktor yang mempengaruhi pemulihan energi antara lain adalah lamanya waktu istirahat, periode istirahat, dan frekuensi istirahat.

Saat ini di Indonesia masih banyak pekerjaan yang menggunakan tenaga fisik manusia misal kuli angkat di pasar, pengangkatan karung beras dari gudang ke truk, pengangkatan semen dan lain-lain. Kerja yang mengandalkan fisik tersebut perlu mendapatkan perhatian karena berpotensi menimbulkan cedera pada otot dan tulang

Studi kasus terkait dengan pekerjaan fisik dilakukan di Toko Sejahtera. Toko Sejahtera bergerak dalam pendistribusian air minum. Di toko tersebut terdapat banyak jenis air minum yang didistribusikan yaitu air minum kemasan gelas/cup yang sudah dikemas dalam kardus, botol Coca Cola dan Sprite dengan ukuran

tanggung dalam wadah krat, serta air minum dalam kemasan galon. Penelitian ditekankan pada aktivitas pengangkatan beban untuk air minum kemasan galon. Pengangkatan galon dilakukan oleh 2 operator mengangkat dari lantai tempat penyimpanan galon diberikan ke 2 operator yang berada di mobil *pick-up*, kemudian diedarkan ke toko atau langsung ke konsumen dalam radius 10 Km dari toko.

Di Toko Sejahtera ada 5 pegawai yang bertugas mengangkat galon dan beban kerja setiap periode sebanyak kurang lebih 21 galon/ orang ke atas mobil pickup. Dalam satu hari pekerja mengangkat sebanyak 3 kali yaitu setiap jam 8 pagi, jam 13.00, dan jam 17.00. Setiap periode pengangkatan membutuhkan waktu kurang lebih 30 menit dan berlangsung terus secara rutin setiap hari. Berat galon yang diangkat yaitu 19 Kg. Pengangkatan tersebut dirasakan berat bagi pekerja dan sering mengeluh karena mengalami rasa sakit pada bagian pinggang, lengan kanan dan kiri serta punggung, karena setiap pengangkatan dalam posisi membungkuk.

Berdasarkan berbagai uraian di atas, maka perlu dilakukan analisa beban kerja pengangkatan galon di Toko Sejahtera dengan pendekatan biomekanika dan fisiologi. Penelitian dilakukan untuk mengetahui apakah pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja masih berada dalam batasan aman sesuai dengan batasan biomekanika dan fisiologi.

## LANDASAN TEORI

### Ergonomi

Ergonomi dapat didefinisikan sebagai suatu disiplin yang mengkaji keterbatasan, kelebihan, dan karakteristik manusia, dan kemudian memanfaatkan informasi tersebut dalam merancang produk, mesin, fasilitas, lingkungan, dan bahkan sistem kerja. Tujuan utama pemanfaatan aspek ergonomik adalah tercapainya kualitas kerja terbaik tanpa mengabaikan aspek kesehatan, keselamatan, serta kenyamanan manusia penggunaannya. Mengacu pada definisi ini, dapat dikatakan hampir semua objek rancangan yang berhubungan (berinteraksi) dengan manusia memerlukan ilmu ergonomi.

Tujuan penerapan ergonomi dapat pula dibuat dalam suatu hierarki dengan tujuan yang paling rendah adalah sistem kerja yang masih dapat diterima dalam batas-batas tertentu, asalkan sistem ini tidak memiliki potensi bahaya terhadap kesehatan dan nyawa manusia (Herdianto & Yassierli, 2015).

### *Nordic Body Map*

Beberapa alat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sistem kerja diantaranya Kuesioner *Nordic Body Map*. Kuesioner ini digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan/ keluhan sakit pada tubuh para pekerja. *Nordic Body Map* paling sering digunakan karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi. Kuesioner ini menggunakan gambar tubuh manusia yang sudah dibagi beberapa bagian yaitu leher, bahu, punggung bagian atas, siku, punggung bagian bawah, pergelangan tangan, pinggang/pantat, lutut, tumit, kaki. Melalui pendekatan *Nordic Body Map* dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit (Sukania, et al., 2012).

## Biomekanika

Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu-ilmu biologi dan fisiologi. Dalam praktiknya biomekanika mempelajari kekuatan, ketahanan dan ketelitian manusia dalam melakukan kerjanya (Soleman, 2011).

*The National Institute for Occupational and Health* (NIOSH) yang berdiri pada tahun 1981 telah dapat membuat persamaan yang dapat membantu bagi praktisi agar dapat mengevaluasi suatu pekerjaan pengangkatan benda secara manual, dengan memberikan fokus perhatian pada segi keselamatan dan kesehatan bagi para pekerja. Persamaan yang dikeluarkan NIOSH memberikan suatu nilai beban angkat teoritis yang disarankan untuk pekerjaan mengangkat benda yang disebut *Recommended Weight Limit* (RWL) (Soleman, 2011).

### Recommended Weight Limit (RWL)

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad \dots\dots(1)$$

Keterangan :

LC: (*Lifting Constanta*) konstanta pembebanan

HM : (*Horizontal Multiplier*) faktor pengali horisontal

VM: (*Vertical Multiplier*) faktor pengali vertikal

DM: (*Distance Multiplier*) faktor pengali perpindahan

AM : (*Asymetric Multiplier*) faktor pengali asimetrik

FM: (*Frequency Multiplier*) faktor pengali frekuensi

CM: (*Coupling Multiplier*) faktor pengali kopling (*handle*)

**Tabel 1.** Nilai Tiap Variable

| Nama Faktor Pengali |                       | Keterangan   |
|---------------------|-----------------------|--|
| LC                  | Load Constant         | 23Kg   |
| HM                  | Horizontal Multiplier | $(25/H)$ , $H=20 + W/2$ , Untuk $V \geq 25$ cm $W$ : Lebar Container |
| VM                  | Vertical Multiplier   | $1-(0,03 V-75 )$   |
| DM                  | Distance Multiplier   | $0,82+(4,5/D)$   |
| AM                  | Asymmetric Multiplier | $1-(0,0032 \times A)$  |
| FM                  | Frequency Multiplier  | Tabel 2. Frekuensi Multiplier  |
| CM                  | Coupling Multiplier   | Tabel 3. Coupling Multiplier   |

### Lifting Index (LI)

*Lifting Index* menyatakan nilai estimasi relatif dari tingkat tegangan fisik dalam suatu kegiatan pengangkatan-manual, dinyatakan dengan rumus :

$$LI = \text{Beban angkatan} / RWL \quad \dots\dots(2)$$

Dengan ketentuan :

1. Jika  $LI > 1$ , berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktifitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang.

2. Jika  $LI < 1$ , berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktifitas tersebut tidak mengandung resiko cedera tulang belakang.

### Fisiologi

Faal atau fisiologi adalah bidang kajian dalam ergonomi yang berhubungan dengan pengukuran energi yang terlibat dalam suatu pekerjaan. Hasil dari bidang ini bermanfaat dalam merancang suatu sistem kerja yang meminimasi energi yang terlibat di dalamnya. Metode pendekatan ini dengan mempertimbangkan rata-rata beban metabolisme dari aktifitas angkat yang berulang (*repetitive lifting*) (Mulyaningrum, 2009).

Dalam penentuan konsumsi energi biasanya digunakan suatu bentuk hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung yaitu sebuah persamaan regresi kuadratis sebagai berikut (Mas'idah, et al., 2009)

$$Y = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733x10^{-4}X^2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

Y = Energi *Expenditure* (Kkal/menit)

X = Kecepatan denyut jantung/nadi (denyut/menit)

Setelah itu besaran denyut jantung disetarakan dalam bentuk matematis:

$$KE = E_t - E_i \quad \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

KE : Konsumsi Energi untuk suatu kegiatan tertentu (Kkal/min)

$E_t$  : Pengeluaran energi pada saat waktu kerja tertentu (Kkal/min)

$E_i$  : Pengeluaran energi pada saat istirahat (Kkal/min)

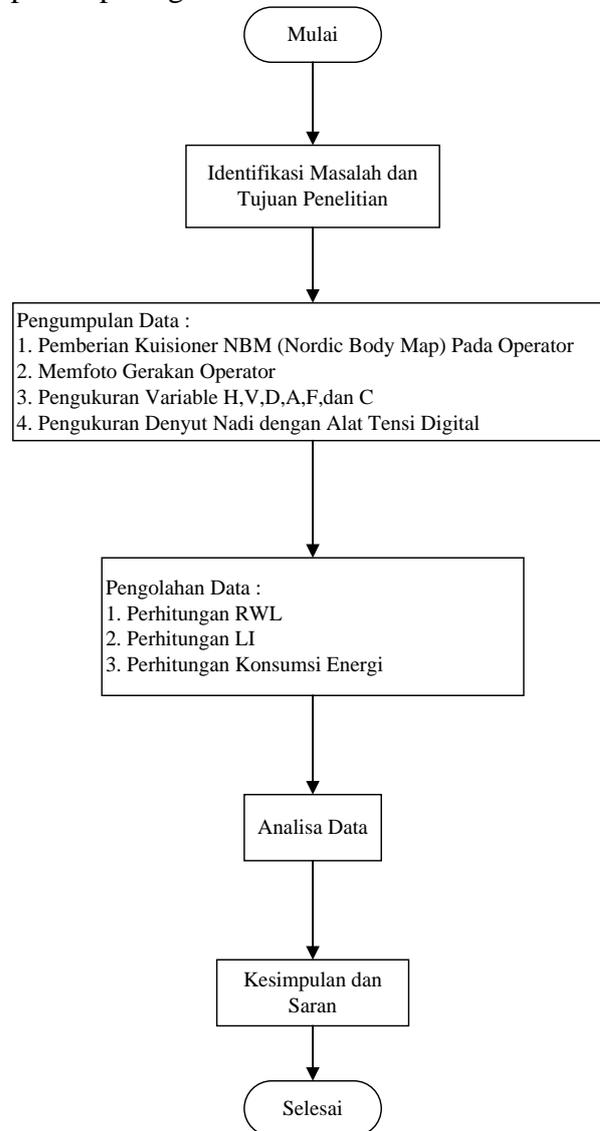
Berat ringannya beban kerja yang diterima oleh seorang tenaga kerja dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas kerjanya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang bersangkutan. Dimana semakin berat beban kerja, maka akan semakin pendek waktu seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya. Sebaliknya, bila beban kerja yang diberikan terlalu ringan maka akan menimbulkan kebosanan pada seseorang atau operator. Kebutuhan kalori dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan besar ringannya beban kerja. Tabel 2 berikut adalah klasifikasi beban kerja berdasarkan konsumsi energi.

**Tabel 2.** Klasifikasi Beban Kerja dalam Reaksi Pekerjaan

| <i>Work load</i>  | <i>Oxygen consumption in liters per minute</i> | <i>Energy expenditure in calories per minute</i> |
|-------------------|--|--|
| <i>Light</i>      | 0.5-1.0  | 2.5-5.0  |
| <i>Moderate</i>   | 1.0-1.5  | 5.0-7.5  |
| <i>Heavy</i>      | 1.5-2.0  | 7.5-10.0   |
| <i>Very Heavy</i> | 2.0-2.5  | 10.0-12.5  |

## METODE PENELITIAN

Metodologi untuk melakukan analisis pengangkatan beban air galon adalah sebagaimana ditampilkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** *Flowchart* Metode Penelitian

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui gambaran awal sistem nyata di Toko Sejahtera. Pada tahap ini juga dilakukan studi pustaka memperoleh referensi–referensi yang berkaitan dengan penelitian.

Pengumpulan data dilakukan dengan :

1. Pemberian kuisisioner *Nordic Body Map* (NBM) kepada pekerja laki-laki di Toko Sejahtera
2. Memfoto gerakan pada proses pengangkatan galon dari lantai ke atas mobil pickup
3. Pengukuran Variable H, V, D, A, dan F.

Pengolahan data dilakukan dengan mencari nilai RWL pada masing – masing pekerja dengan persamaan (1). Setelah diperoleh nilai RWL maka dilanjutkan menghitung LI sesuai persamaan (2). Adapun perhitungan konsumsi energi

dilakukan dengan menggunakan persamaan (3). Analisa data dilakukan dengan menganalisa LI dan konsumsi energi pekerjaan pengangkatan galon.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengangkatan galon dari lantai ke bak mobil *pick-up* dijelaskan dalam gambar 2.



**Gambar 2.** Kegiatan Mengangkat Galon dengan Posisi Membungkuk

Kegiatan mengangkat galon seperti terlihat pada gambar 2 dilakukan dengan postur membungkuk kemudian berdiri serta tangan menyangga bagian bawah galon. Galon diberikan kepada pekerja yang berada di atas bak *pick-up* untuk ditata. Postur kerja seperti pada gambar 2 dapat menimbulkan resiko cedera pada tulang belakang.

Data yang dikumpulkan selanjutnya yaitu data ciri fisik pekerja dan data variabel H (jarak horisontal benda), V (jarak vertikal benda), A (sudut perputaran), D (jarak perpindahan) serta denyut jantung per menit pekerja. Tabel 3 dan tabel 4 berikut ini adalah data-data yang diperoleh

**Tabel 3.** Data Fisik Pekerja Pengangkat Air Galon

| Nama    | Umur (tahun) | Tinggi (cm) | Berat Badan (Kg) |
|---------|--------------|-------------|------------------|
| Andre   | 33           | 172         | 70               |
| Feri    | 22           | 160         | 49               |
| Doni    | 46           | 164         | 61               |
| Hari    | 48           | 167         | 59               |
| Bambang | 40           | 162         | 58               |

**Tabel 4.** Data Proses Pengangkatan Air Galon oleh Pekerja

| Nama    | H (cm) |       | V (cm) |       | D (cm) | A (°) |
|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
|         | Awal   | Akhir | Awal   | Akhir |        |       |
| Andre   | 41     | 51    | 80     | 145   | 53     | 25    |
| Feri    | 38     | 47    | 79     | 143   | 36     | 115   |
| Doni    | 42     | 52    | 80     | 146   | 33     | 64    |
| Hari    | 42     | 52    | 77     | 144   | 25     | 34    |
| Bambang | 40     | 54    | 81     | 144   | 22     | 37    |

Keterangan:

H : Jarak horizontal.

Ada 2 jenis yaitu H awal (jarak horizontal saat mengangkat) dan H akhir (jarak horizontal saat meletakkan)

V : Jarak vertikal.

Tinggi Vertikal/ jarak antara tinggi vertikal dengan lantai antara kedua tangan terhadap beban

D : Total jarak perpindahan.

A : Sudut asimetri yang dibentuk, sudut perputaran yang dihasilkan oleh pekerja

Fm : Faktor Pengali Frekuensi

Cm : Faktor Pengali *Coupling (handle)*

Berdasarkan data pada tabel 2 dan 3 diperoleh nilai faktor pengali untuk perhitungan RWL sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Faktor Pengali pada Rumus RWL

| Nama    | LC | HM    |       | VM    |       | DM    | AM   | FM   | CM |
|---------|----|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|----|
|         |    | Awal  | Akhir | Awal  | Akhir |       |      |      |    |
| Andre   | 23 | 0,61  | 0,490 | 0,985 | 0,79  | 0,889 | 0,92 | 0,80 | 1  |
| Feri    | 23 | 0,66  | 0,532 | 0,988 | 0,796 | 0,890 | 0,63 | 0,80 | 1  |
| Doni    | 23 | 0,59  | 0,481 | 0,985 | 0,787 | 0,888 | 0,80 | 0,80 | 1  |
| Hari    | 23 | 0,59  | 0,481 | 0,994 | 0,793 | 0,887 | 0,89 | 0,80 | 1  |
| Bambang | 23 | 0,625 | 0,463 | 0,982 | 0,793 | 0,891 | 0,88 | 0,80 | 1  |

Langkah selanjutnya setelah menentukan faktor pengali adalah melakukan perhitungan RWL dan LI. Perhitungan dilakukan untuk masing – masing pekerja. Contoh perhitungan RWL dan LI salah satu pekerja adalah sebagai berikut:

Perhitungan RWL

$$\begin{aligned}
 \text{RWL(awal)} &= \text{LC} \times \text{HM} \times \text{VM} \times \text{DM} \times \text{AM} \times \text{FM} \times \text{CM} \\
 &= 23 \times 0,61 \times 0,985 \times 0,889 \times 0,92 \times 0,80 \times 1 \\
 &= 9,04
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RWL(akhir)} &= \text{LC} \times \text{HM} \times \text{VM} \times \text{DM} \times \text{AM} \times \text{FM} \times \text{CM} \\
 &= 23 \times 0,490 \times 0,79 \times 0,889 \times 0,92 \times 0,80 \times 1 \\
 &= 5,83 \\
 \text{LI} &= \text{Beban angkatan} / \text{RWL} \\
 &= 19 / 5,83 \\
 &= 3,26
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan RWL dan LI untuk semua pekerja ditampilkan pada tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Rekap Perhitungan RWL dan LI

| Nama Pekerja | RWL awal | RWL akhir | Nilai LI |
|--------------|----------|-----------|----------|
| Andre        | 9,04     | 5,83      | 3,26     |
| Feri         | 6,75     | 4,38      | 4,34     |
| Doni         | 7,55     | 4,92      | 3,86     |
| Hari         | 8,53     | 5,55      | 3,42     |
| Bambang      | 8,87     | 5,31      | 3,58     |

Berdasarkan hasil dari perhitungan RWL (*Recomended Weight Limit*) dan *Lifting Index (LI)* yang dipaparkan dalam tabel 5 menunjukkan bahwa pengangkatan galon oleh pekerja menimbulkan resiko cedera tulang belakang karena nilai  $LI > 1$ . Jika pekerjaan tersebut dilakukan dalam jangka panjang akan membahayakan.

Setelah dilakukan perhitungan RWL dan LI kemudian dilakukan perhitungan konsumsi energi. Data yang diperlukan untuk menghitung konsumsi energi adalah data denyut jantung sebelum dan sesudah mengangkat galon. Tabel 7 berikut adalah data denyut jantung tiap pekerja.

**Tabel 7** Data Denyut Jantung tiap Pekerja

| Nama    | Denyut Jantung Awal (pulse/menit) |    |    |           | Denyut Jantung Akhir (pulse/menit) |     |     |           |
|---------|-----------------------------------|----|----|-----------|------------------------------------|-----|-----|-----------|
|         | 1                                 | 2  | 3  | $\bar{x}$ | 1                                  | 2   | 3   | $\bar{x}$ |
| Andre   | 70                                | 70 | 73 | 71        | 106                                | 108 | 110 | 108       |
| Feri    | 65                                | 66 | 64 | 65        | 99                                 | 98  | 100 | 99        |
| Doni    | 74                                | 73 | 72 | 73        | 106                                | 112 | 118 | 112       |
| Hari    | 79                                | 76 | 79 | 78        | 115                                | 120 | 143 | 126       |
| Bambang | 75                                | 78 | 78 | 77        | 110                                | 122 | 131 | 121       |

Perhitungan konsumsi energi menggunakan persamaan (3) dan (4) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 E_i &= Y = 1,80411 - 0,0229038 (X) + 4,71733 \times 10^{-4} (X^2) \\
 &= 1,80411 - 0,0229038 (65) + 4,71733 \times 10^{-4} (65^2) \\
 &= 1,80411 - 1,48875 + 1,993071925 \\
 &= 2,3084 \text{ Kkal/menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_t &= Y = 1,80411 - 0,0229038 (99) + 4,71733 \times 10^{-4} (99^2) \\
 &= 1,80411 - 2,2674762 + 4,623455 \\
 &= 4,160088 \text{ Kkal/menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KE} &= E_t - E_i \\
 \text{KE} &= 4,160088 - 2,3084 \\
 &= 1,8516540 \text{ Kkal/menit}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan lengkap konsumsi energi dituliskan dalam tabel 8. Berdasarkan nilai konsumsi energi yang dipaparkan pada tabel 8 diperoleh hasil bahwa nilai KE berada dalam rentang 2,5-5,0 kkal/menit. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja pekerjaan mengangkat galon masih tergolong dalam *light*/ringan.

**Tabel 8.** Hasil Rekapitulasi Perhitungan Konsumsi Energi

| Nama    | KE<br>(Kkal/Menit) |
|---------|--------------------|
| Andre   | 2,28               |
| Feri    | 1,85               |
| Doni    | 2,51               |
| Hari    | 3,52               |
| Bambang | 3,10               |

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan dari hasil wawancara dan menggunakan kuisisioner *Nordic Body Map* kepada pekerja bahwa keluhan yang sering terjadi yaitu: bahu kiri, bahu kanan, lengan atas kiri, pergelangan tangan, tangan kiri, tangan kiri, pinggang, dan punggung.
2. Aktifitas para pekerja meletakkan air galon dengan berat 19 Kg ke atas bak mobil *pick-up* cukup berisiko hal ini terlihat pada angka LI yang menunjukkan hasil yaitu lebih besar dari 1.
3. Nilai konsumsi energi masing-masing pekerja berada pada rentang 2,5 – 5 kkal/menit. Hal ini menunjukkan beban kerja pekerja tergolong ringan.

## SARAN

1. Pekerjaan angkat angkut yang dilakukan sebaiknya menggunakan alat bantu misal bidang miring atau troli.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut yaitu dengan merancang alat bantu kerja dalam melakukan pengangkatan beban

## DAFTAR PUSTAKA

- Hardianto, I. & Yassierli, 2015, *Ergonomi Suatu Pengantar 1*, PT Remaja Rosdakarya, Bandung
- Mas'idah, E., Fatmawati, W. & Ajibta, L., 2009, Analisa *Manual Material Handling* (MMH) dengan Menggunakan Metode Biomekanika Untuk Mengidentifikasi Resiko Cidera Tulang Belakang (*Musculoskeletal Disorder*) (Studi Kasus pada Buruh Pengangkat Beras di Pasar Jebor Demak), *Jurnal Teknologi Industri*, XLV (119), pp. 37-56.
- Mulyaningrum, R. A., 2009, Analisa Aktifitas angkat Beban Ditinjau dari Aspek Biomekanika dan Fisiologi (CV. Prima,Purwodadi), *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

- Soleman, A., 2011, Analisis Beban Kerja Ditinjau dari Faktor Usia dengan Pendekatan *Recommended Weight Limit* ( Studi Kasus Mahasiswa Unpatti Poka), *ARIKA*, Vol. 05, No. 2, pp. 83-98.
- Sukania, I. W., Widodo, L. & Natalia, D., 2012, Identifikasi Keluhan Biomekanik dan Kebutuhan Operator Proses *Packing* di PT X, *Jurnal Energi dan Manufaktur*, Vol. 6, No1, pp. 1-94.